

REPUBLIQUE DU CAP-VERT

MINISTERE DE L' ENVIRONNEMENT AGRICULTURE ET DE LA PECHE - MAAP

DIRECTION GENERALE DE L'AGRICULTURE, DE LA SYLVICULTURE ET DE L'ELEVAGE - DGASP

DIRECTION DES SERVICES DE SYLVICULTURE - DSS

LA CARBONISATION AUX ILES DU CAP VERT



Elaborée par :
Isaac Anahory Silva

MAIO, 2004

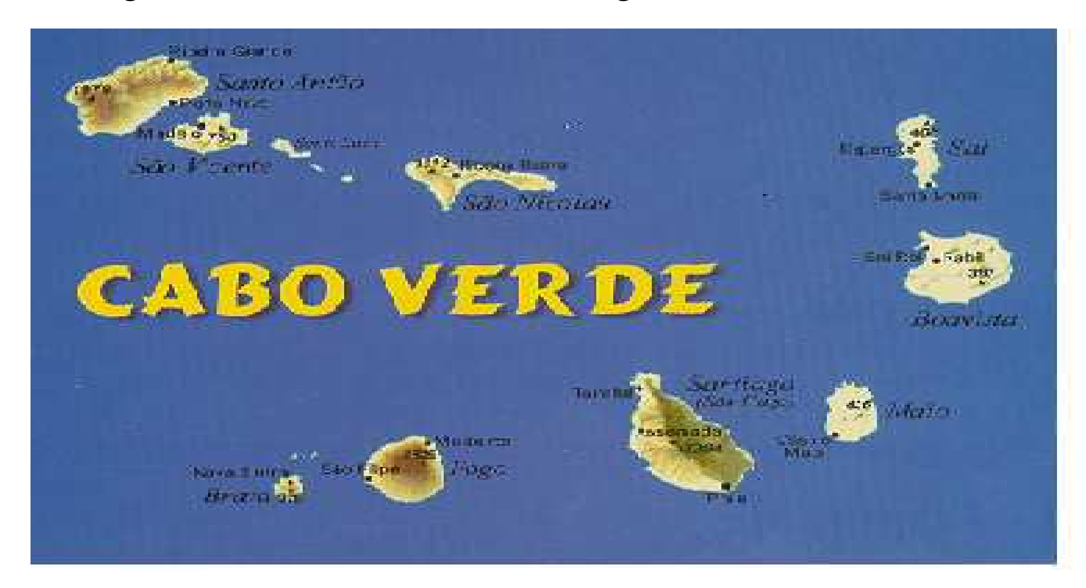
INDEX

I - INTRODUCTION

1.1.Situation géographique de l' archipél du Cap Vert

L'archipel du Cap Vert fait partie de la Macaronésie, vaste région de l'Océan Atlantique constituée par cinq groupes d'îles au large des côtes Sud-ouest de l'Europe et Nord-ouest de l'Afrique.

Formée par un ensemble de dix îles principales (une seule est inhabitée) et de huit îlots, couvrant une *surface totale de 4.033 Km2*, l'archipel du Cap Vert se situe à 450 Km des côtes sénégalaises, entre 22º 41' et 25º22' de longitude Ouest.



1.2. Climat

Le climat du l'archipel du Cap Vert est du type tropical sec à l'influence océanique. Par sa position géographique, il s'insère dans la frange sahélienne de l'Afrique continentale délimitée au Nord par l'isohyète annuelle de 250 mm et au sud, par celle de 300 mm. Son climat est caractérisé par une longue saison sèche (8 á 9 mois) et une courte saison pluvieuse (Juillet/Août/ Septembre).

1.3. Population

Selon le dernier recensement de la population (Sensus 2000), la population résidante du s'élève *à 434.812* dont *210.569 hommes* (48,4%) et *224.243 femmes* (51,6%). La population rurale se chiffre à 203.162 (46,7%) habitants. Le taux d'urbanisation est de 53,3 %. La densité moyenne de la population, pour le pays, est de *109 habitants/Km2*. Cependant, en se rapportant à la population rurale et à la surface agricole disponible, *la pression sur les terres cultivables est supérieure à 500 habitants /Km2.*

1.4. Ressources Forestiers

Les ressources forestières sont très limitées et provenant presque à 100% d'espèces plantées. La forêt naturelle n'existe pas. Comparativement aux pays sahéliens du continent africain, la singularité du Cap Vert réside dans le fait que la végétation introduite par des plantations forestières massives est plus prépondérante en superficie occupée, en nombre de pieds d'arbres et en volume du bois, que la végétation ligneuse locale. La couverture arbustive et arborée actuelle est essentiellement constituée par des reboisements avec d'essences exotiques.

En 2002) nous estimons que la surface boisé au Cap Vert était d'environ 82.500 hectares (20 % de la surface total du pays) selon les informations disponibles au sein de la Direction de Service de la Sylviculture qui a pour tâche coordonner au niveau national la planification des activités, les études, et les programmes et projets liés à la création et gestion des ressources forestières.

L'objectif prioritaire de ces reboisements *est la protection des sols, la conservation des eaux en cherchant l'équilibre des écosystèmes et la restitution d'un environnement physique adéquat pour la vie et la survie à long terme.* La foresterie au Cap Vert joue donc un rôle crucial dans la lutte contre la désertification et la production du bois de feu.

II - LA CARBONIATION AUX îLES DU CAP VERT.

2.1. Bref historiale.

La fabrication du charbon de bois dans le but commercial à initié au Cap Vert dans les années 80 par le Project de Reboisement et Developpemment Forestieres des Illes de Santiago et Maio, GCP/CVI/015/FAO /BEL, financé' dans le quadre de la Cooperation bilaterale entre le gouvernement du Cap Vert et le gouvernement Belge.

À cause de la pénurie de bois de feu, dans le pays, comme il y a des pertes d´ énergie qu'entraîne la carbonisation, il faut controler autant que possible, la fabrication du charbon de bois aux Cap Vert. Du point de vue de la exploitation forestier, l ´avantage principal du charbon de bois, est la facilitée de transport, du stockage e la conservation pour long temps du produit sans détérioration.

La plus part du bois de feu du pays est produit dans les *Périmètres forestiers étatiques* et commercialisée par les Délégations du MAAP et une petite quantité par les agriculteurs privées

La fabrication du charbon de bois est faite principalement sur l'île de Maio par le secteur privé et la production est exportée vers les autres îles. L'exportation total

effectuée en 2003, a touché le total de 127,020 tonnes, selon le rapport de la Délégation du Ministère de l'Environnement, l'Agriculture et la Pèche sur l'Ile.
La production et la commercialisation du charbon passe par les étapes suivantes:

- *coupe du bois ;*
- *transport du lieu de coupe au lieu d'implantation du four de carbonisation ;*
- *séchage de bois vert (15 jours, recommandé) ;*
- *triages des branches ;*
- *remplissage du four ;*
- *carbonisation 3 jours dont 1 jour pour la carbonisation ;*
- *récolte du charbon de bois ;*
- *ensachage (en sac de 25kg) ;*
- *transport du lieu d'implantation du four au lieu de dépôt ;*
- *manutention/chargement/déchargement ;*
- *vente en gros (aux grossistes) par sac ;*
- *transport (par grossistes) pour le port de l'île du Maio vers Praia ;*
- *vente au prix de demi-gros ;*
- *vente au prix de détail.*

.

Pour augmenter le rendement du bois dans la fabrication du charbon de bois, le Project FAO /BEL a introduit quatre techniques de carbonisation au Cap Vert, a partir de la construction des quatre types de fours suivantes:

- **Le Four Métallique semi mobile/Portatif**:*constituer par un cylindre du four Mark V, placé au-dessous d´une fosse d´un mètre de profondeur.*

- **Le Four Métallique Portable:***un cylindre du Four Mark V placé sur des blocs*.

- **Le Four type Subri –*Fosse*** *: des tôles cintrées au-dessus d´une fosse.*

- **Le Four Bidon ou Four Tonga:** *un fut de 200 litres modifié***.**

Aux Iles du Cap Vert, le charbon de bois n'est pas largement utilisé dans les ménages, sauf occasionnellement pour le repassage dans les zones rurales et pour la confection des grillades de viande et de poisson, chez les familles des classes moyennes.

Actuellement, quelques restaurants spécialisés en grillés/barbecues sont des grands consommateurs du charbon de bois, principalement) dans les villes, *notamment* de Praia á l´ Ile de Santiago.

Dans l'île de Maio, où les peuplements forestières établies pendant le période colonial, constituent principalement par l'espèce *Prosopis juliflora* il y a une grande production de charbon de bois.

2.2. Rendement d'un four type Subri fosse.

Selon Le Jeune* un four type Subri- fosse d'un volume de 6 stères peut fonctionner deux fois par semaine. L*e rendement d'un tel four est toujours un peu plus élevé que celui d'un four métallique portable ou semi portable, parce que les parois d'un four type Subri fosse sont de bon isolants thermiques et que le chargement dans un volume rectangle est plus facile que dans un cylindre.*
Un four de 6 stères produit 1.500.kg par semaine (60 sacs de 25 Kg). Un four fonctionnant sans interruption produit 75 tonnes de charbon de bois par an (3.000 sacs). Le coût par sac est moins élevé que celui d'un Four Métallique Portable parce que l'investissement par m3 est beaucoup moins élevé. *Le rendement en poids du charbon de bois,par rapport au bois sec est compris entre 30 et 32 %*

III - ASPECTS INSTITUTIONNELS

Depuis l'année 1980 et jusqu'à 1990, seulement l'ancien Direction des Services Forestiers étatique a fabriqué et commercialisé le charbon a travers les différents postes de vente dans les îles de Santiago et Maio. Après 1995 avec la nouvelle philosophie appliquée par la Direction des Services Forestiers, la fabrication du charbon à passé à être faite par des groupes privés, sous le contrôle de la Délégation du MAAP dans l'île, à travers de la concession d'autorisation de taillage et coupe des arbres.

---

*Le Jeune, 1986 : Utilisation des fours de carbonisation aux îles du Cap Vert

IV - ASPECTS ECONOMIQUES ET FINANCIERS

Dans le cadre du PAFN des études de rentabilités ont été réalisés par le consultant Amsatou Niang (Juillet 2001) avec l'appui aux références techniques récueillies à l'île de Maio, indiquent le rendement de 16 ECV l'équivalent 0,15 €.

4.1. Les références techniques (Données 2001)

L'accroissement d'un pied de *Prosopis juliflora* à Maio est de 13 kg/an
L'accroissement d'un pied de *Prosopis juliflora* à Santiago est de 2 kg/an
Le poids d'un pied humide de *Prosopis juliflora* à Maio est de 241 kg
Le poids d'un pied humide de *Prosopis juliflora* à Santiago est de 15 kg
Le taux d'humidité du *Prosopis juliflora* =28 %
Poids de bois sec= Poids de bois humide/1,28
1 kg de charbon = 3 kg de bois sec
1 kg de charbon = 3.84 kg/bois vert
1 kg de bois = 0,05 €
Salaire/coupe de bois = 0,04€
1 Sac de charbon = 25 kg
Le prix d'un sac de charbon (20 kg) = 4,5€
Salaire carbonisation = 0,4€/ kg

Durée de la carbonisation par four = 3 jours
Fréquence des fournées = 4 fois / mois
Le coût du plantation = 0,3€/plant
Salaire mensuel moyen d'un main d'œuvre de GIE = 54€/mois
Taxes forestières sur le bois = 0,02€/kg

4.2. Rentabilité de la production de charbon:

• Pour un sac de charbon	25 kg
• Bois vert nécessaire	96 kg
• Salaire coupe de bois	96x4 = 3,5 €
• Salaire carbonisation	25x4 =0,9 €
• Recettes	= 4,5€
• Marge brute	4,5€-(3,5 € +0,9 €) = 0,15€/sac

Nota Bene : le coût du plant planté inclus les sous-coûts de production, de transport et de mise à terre du plant.

V- ROLE DE LA FEMME DANS LA CARBONISATION

Les femmes constituent la majorité de la population capverdienne (51,6% recensement 2000) et traditionnelement elle joue un rôle très important au milieu rural surtout dans l'approvisionnement de combustibles ligneux.

La femme ne participe pas dans la carbonisation, leur participation est actif exclusivement dans la commercialisation charbon.

VI - LES POINTS FORTS ET LES FAIBLESSES DU CHARBON DANS LE PAYS

6.1. Les points forts :

- Maitrise de la technique de carbonisation (four Subri fosse) par des producteurs privés ; (à l'île de Maio)
- Augmentation de la demande du charbon de bois dans les autres îles, notamment a Santiago/Praia, compte tenu de l'augmentation de la consommation des grillades dans les restaurants

6.2. Les faiblesses

La faible capacité productif du pays en termes de biomasse ligneuse pour la production du charbon. La production estimé par plant (*Prosopis juliflora*) est de 14,0 kg/an dans l'île de Maio. Pour les autres îles est de 2,01 kg/an.

VII - BRIQUETTAGE

Le transport du charbon jusqu'au point d'utlisation ainsi que le processus de chargement et dechargement rapportent des poussières. Selon les données du Services de Sylviculture, ces poussières répresentent 13 % du poids du charbon.

La fabrication des briquettes peut réduire ces pertes. Les poussières ont une degré de pureté supérieure à celle du charbon. Ells ont des fargments de charbon, sable, argile et cortex carbonisé. Sont ces fragments du charbon qui après trituration sont utilisés pour la fabrication des briquettes. Comme le charbon du bois n'a pas de plasticité, on a besoin *d'ajouter un liant pour les aglomerer en briquette*.

Le liant doit être combustible.
Au Cap Vert, à Santiago on a fait une experience de production de briquette de charbon, en utilisant comme liant, le *Sirop de gousse de Prosopis juliflora* .

Les briquettes produites ce sont desintégrés facilement .
L'Amidon est le meilleur liant, mais il est trop chér au Cap Vert. Aux Etats Unies ils utilisent comme liant les *goudrons de bois.*

Pour la fabrication des briquettes de charbon *on a aussi besoin d'une presse pour former les briquettes.* Après, les briquettes sont introduites dans un four pour le sechage pour retirer l'eau et permettre qui les briquettes restent solides et être utilisé dans les mêmes appareil de combustion que le charbon normal. Si les briquettes sont faites sans traitement termique, il est nécessaire de proteger les briquettes contre l'humidité pour empêcher leur désintegration.

BIBLIOGRAPHIE

LISTES DES DOCUMENTS CONSULTÉS.

- *Thiam, A.T.; Spencer Barbosa, I; 1993*: Étude sur la filière bois-energie (Diagnostic et perspectives) Projet GCP/CVI/026/BEL

- *Amsatou Niang ; 2001* : Élaboration des Plans de Gestion des Forêts à Maio et Santiago – Mission d'appui technique – Projet de Développement Forestier des îles de Santiago et Maio . DGASP, Praia, Santiago/Cabo Verde

- *FAO- GCP/CVI/031/NET – 1994* – Plano de Acção Florestal Nacional . Documento Principal (PAFT)

- *Le Jeune, J. M.; 1986*: Utilisation des fours de carbonisation aux îles du Cap Vert. FAO GCP/CVI/015/BEL

- *Barbosa, Spencer 1 ; 1991* : Monografia das Principais Espécies Florestais Introduzidas na ilha de Santiago – Aproveitamento dos Produtos e sub-produtos de Prosopis juliflora . MDRP – DSF

- Barbosa, Spencer I, S. Motte dit Falisse, L. Novoa, 1989, Note : La Production de charbon de bois – ISB- SMF – LN/015/URF/DT/10, Developpement et Mise en Valeur des Ressource Forestières (Santiago/Maio) FAO/Republique du Cap Vert.

Annexe

I- Présentation du four Subri fosse

Le four type Subri fosse est constitué principalement par:

- Deux à quatre tôles métalliques courbées pour former un dôme au-dessus d'une fosse.
- Quatre à huit tubes d'aération, inclinés de 45 ° sur les parois de la fosse amènent l'air nécessaire pour la carbonisation dans le fond de la fosse.

Le grand avantage de ce type de four est la flexibilité de ses dimensions. Si l'on dispose d'une grande quantité de bois concentré localement et de quelques tôles métalliques, un four pouvant contenir 6 stères est facile à construire. Par contre, si le bois est dispersé et si la quantité des tôles est limitée, un petit four de deux tôles est recommandé.

<u>Le mode d'emploi d'un four type Subri fosse d'une capacité de six stères</u>.

Ce four comprend:

- Quatre feuilles métalliques de : 2 m de longueur, 1 m de largeur et de 3 mm d'épaisseur, courbés au-dessus d'une fosse de 1 m de profondeur ;
- deux fers cornières de 0,3 m chacun;
- huit tubes d'aération de 1,0 m de long et 15 cm de diamètre (tubes en métal de bidon) ;
- et quatre cheminées (faites également en métal de bidon) à emboîter sur les tubes d'aération.

II- Construction d'un four type Subri- fosse

- Selon Lejeunne,de préférence le four *Subri- fosse*,doit etre construit à la proximité d'une concentration de bois et à un endroit dégagé de tout obstacles et sur une superficie de 4 mts x 4 mts.

- Si le terrain n'est pas plat, on creusera une terrasse et la fosse sera parallèle à la pente (voir Figure 5). Des piquets délimiteront la grandeur de la fosse (1,60 mts x 3.00 mts, Figure 5). Les deux fers cornières, disposés au sol le long de la future fosse, sont fixés dans la paroi du mur amont du terrassement.

- Si le terrain est plat, la fosse sera parallèle à la direction des vents afin d'assurer une carbonisation homogène.

- Après avoir choisie les emplacements des *tubes d'aération*, on fixera définitivement les *fers cornières* à l'aide de *pieux* (voir Figure 5).

- A 3,30 metres du mur amont, on construira un solide *muret en grosses pierres*, terminé par une *rampe*. Celle-ci servira à fermer le dôme du côté aval, tandis que le côté amont sera fermé par le mur résultant du nivellement. Sur un terrain plat comme aux îles de Maio et Boavista, on construira deux rampes en pierres et en sable.

- On creusera ensuite la *fosse proprement dite* (1,6 x 3 m). La terre extraite est tassée derrière le muret afin de la solidifier.

Les fers cornières sont alors temporairement retirés pour permettre le placement des huit tubes d'aération, qu'on inclinera à 45 º (voir Figure 6). *Les figures 8 et 9 donnent une coupe transversale et longitudinale d'un four type Subri fosse de six stères*.

III - Conduite d'un four type Subri fosse

Chargement.

PhaseI

- *Des longerons de bois de 10 à 15 cm de diamètre* sont disposés dans le fond de la fosse illustré à la(photo 4 aux annex.)
  Ces longerons supporteront toute la charge de bois et ne peuvent donc pas contenir d'incuits. Ils sont placés de façon à éviter un courant d'air direct d'une entré à une autre.
- *La fosse est chargée de bois très serré déposé perpendiculairement aux longerons* ; *les vides sont comblés avec des bois de petites dimensions. Seul les espaces entre les longerons resteront vides pour permettre la circulation d'air*
- . Le bois est chargé sur les longerons jusqu'à 40 cm du sol. A ce niveau on prépare, avant de continuer le chargement, *le point d'allumage au centre du four*.

PhaseII

- *Lorsque le chargement arrive au niveau du sol, tout un y ménageant un couloir d'allumage, on place les deux tôles des extrémités dans les fers cornières,* (tôles 1 et 2, *Figure 9) pour obtenir un dôme métallique*
- *On complète alors le chargement sous le dôme* (toujours en serrant le plus possible le bois*) et le troisième tôle est* placé.
- *La quatrième et dernière tôle, que ferme le couloir d'allumage sera mise en place après la mise à feu.*
- *Les tôles des extrémités ne seront plus retirées*, ni pour le chargement, ni pour le déchargement.

Allumage

Pour allumer le four, *on jette des baises de charbon et du bois enflammé dans le couloir d'allumage, et on y ajoute du petit bois, très serré.* Une colonne de fumée blanche s'échappe par le couloir (voir photo 6).

Il existe une autre manière de mise à feu : l'allumage dans un tube placé temporairement dans le chargement, à une extrémité, contre un mur. L'endroit le mieux protégé des vents étant le plus difficile à carboniser, on réduit, avec cette méthode, les risques de trouver des bois incuit après la carbonisation.

- *Ce tube est incliné à 45º* et est placé au-dessus du point d'allumage. Le chargement du fur se fait comme décrit ci-dessus ; il est conseillé de s'assurer que le tube reste libre.

- *Pour allumer un four par l'extrémité, on glisse les braises dans le tube.*
- Quand le feu a bien pris, on enlève ce tube et on ajoute du bois dans le vide ainsi créé.
- *Une colonne de fumée blanche s'échappe du four*.
  Cette fumée s'échappe pendant dix minutes ou plus (suivant l'humidité du bois et la présence du vent).
- *Quand la fumée devient chaude*, on place la quatrième tôle entre les fers cornières. La fumée s'échappe alors par les fentes et les orifices compris les fers cornières et les tubes d'aération.

- *La fumée devenant de plus en plus chaud*e

- *on bouche alors progressivement les orifices entre les fers cornières et les tuyaux avec des pierres et de la terre, et enfin entre les fentes entre les tôles et murets de terre*.

- Les seuls passages pour la fumée sont alors les tuyaux métalliques.

- On place les quatre cheminées et le courant inversé commence.

En cas d'allumage à l'extrémité du four, on bouche temporairement les conduites métalliques près du point d'allumage et on place les quatre cheminées à l'autre extrémité du four, en laissant donc 2 entrées ouvertes.

Conduite de la carbonisation

Les quatre cheminées fonctionnent bien quand elles émettent une épaisse colonne de fumée blanche .

- On fait la rotation des cheminées toutes les huit heures pour obtenir un bon résultat (ni cendres, ni incuits).

Lors de l'allumage à l'extrémité du four, on laisse avancer peu à peu le front de carbonisation vers l'autre extrémité du four, en plaçant les cheminées aux entrées d'air les plus éloignées du point d'allumage.

- *Avant de* fermer un évent*, il faut apercevoir des braises de charbon et non du charbon ou bois enflammé.*
- *Une fumée bleuâtre ou transparente signifie qu'il est temps de fermer définitivement* un évent latéral.
- *La durée normale du processus de carbonisation d'un four de six stères est d'environ 24 heures.*

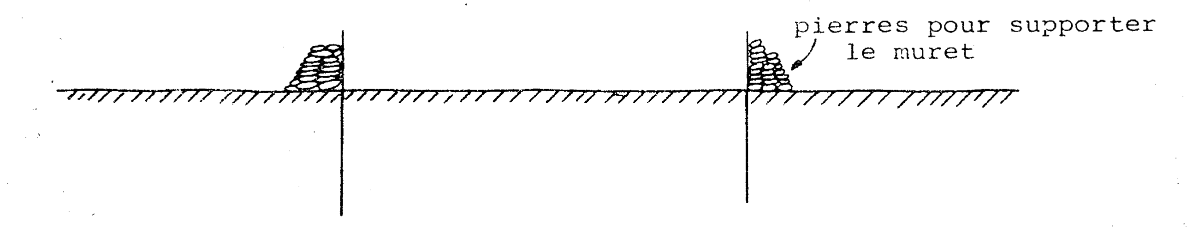
Un four type Subri fosse bien fermé refroidit en moins de 24 h.
Le four est ouvert en enlevant les deux tôles centrales

On utilisera des planches pour éviter de marcher sur le charbon et de le briser.
Après la collecte, le charbon est mis en sacs et acheminé vers le point de vente.

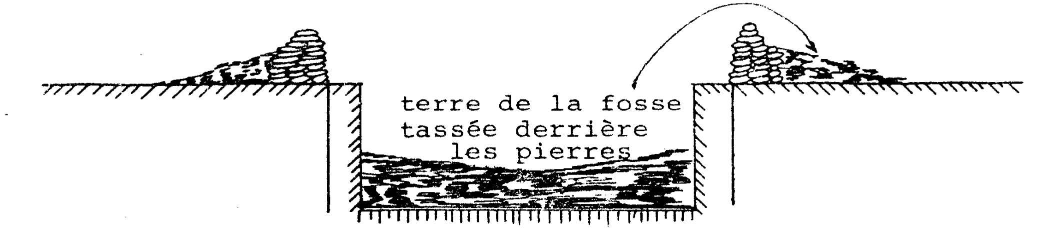
IV- Figures du Four Type Subri – Fosse

Fig. 3: Construction du four Subri Fosse (terrain plat)

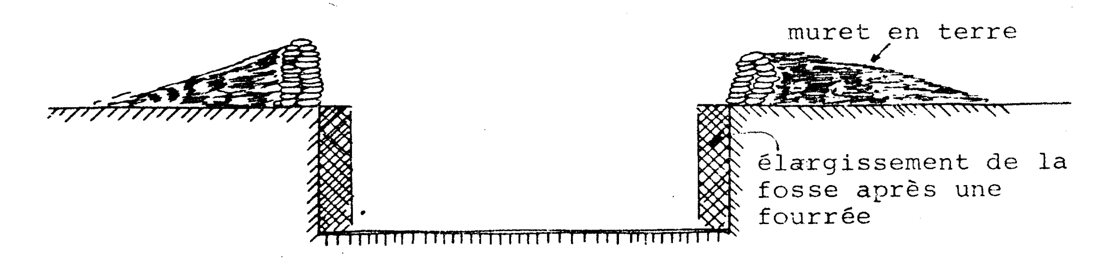
Phase 1: Préparation du terrain



Phase 2: Construction de la fosse



Phase 3: Fosse complète



Phase 4: Fosse chargée

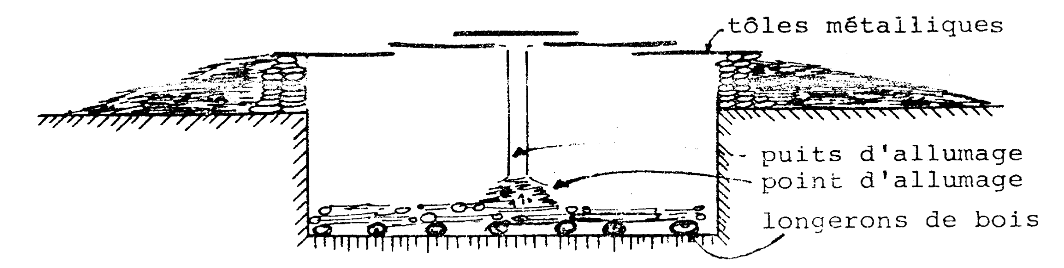


Fig. 4: Creusement d'une terrasse (coupe longitudinale)

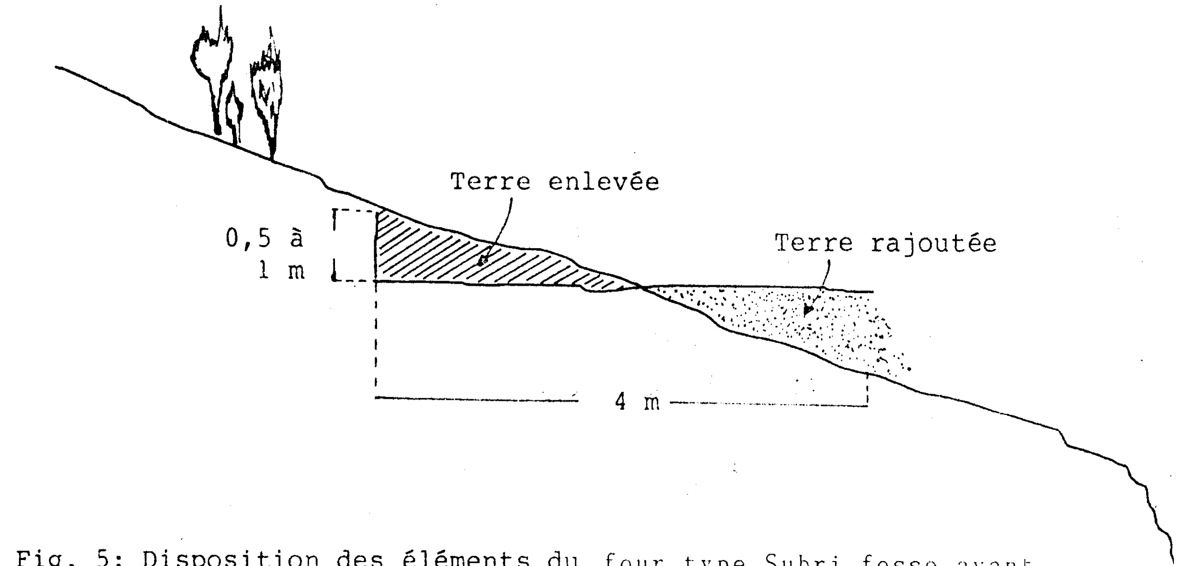


Fig. 5: Disposition des éléments du four type Subri fosse avant creusement de la fosse
(vue de dessus)

mur de terrassement (dans des terrains montageux)

Orifice pour fixer le fer cornière

fer cornière

terrasse

orientation pente

4 m

3,3 3

⊗ marque de l'emplacement d'un tube d'aération

. piquet pour fixer le fer cornière

lieu de construction du muret

1,6 m

4 m

Fig. 6: Placement d'un conduit d'air

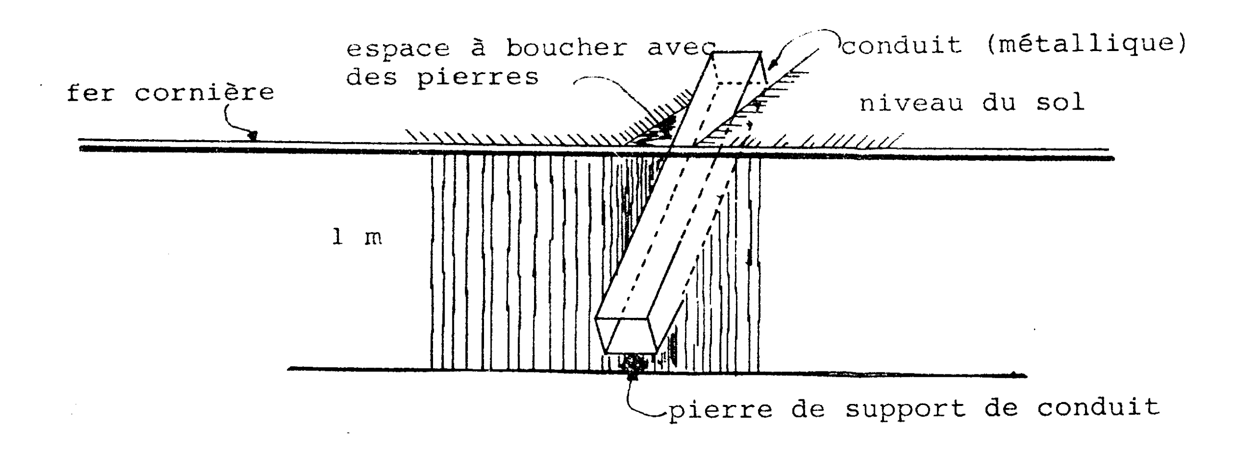


Fig. 7: Placement des longerons dans une Subri fosse

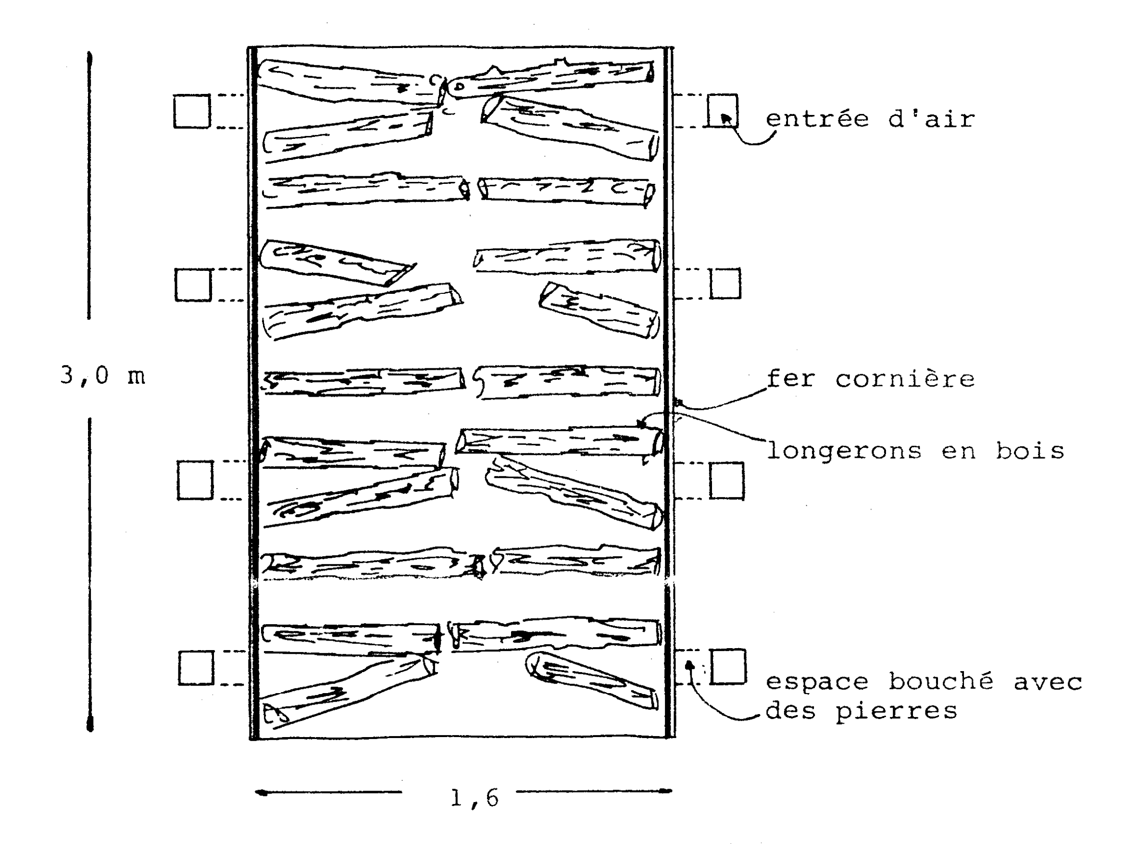


Fig. 8: Coupe transversale d'un four Subri fosse

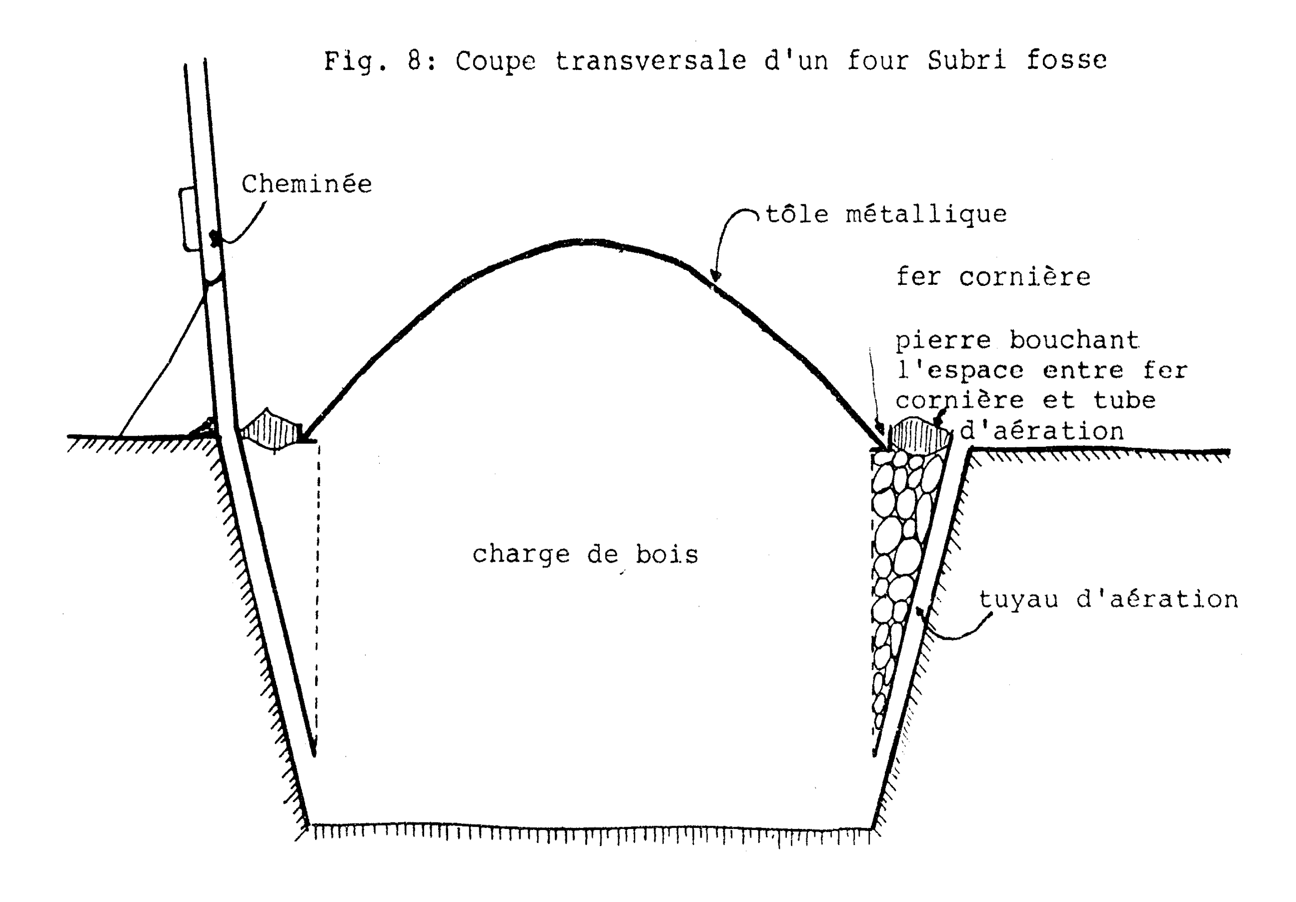


Fig. 9: Coupe longitudinale d'un four Subri fosse

